

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
2. Oktober 2003 (02.10.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/081007 A1

(51) Internationale Patentklassifikation: F02D 41/20, F02M 57/02, 59/46

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BEILHARZ, Jörg [DE/DE]; Am Lappjagen 55, 14169 Berlin (DE). PIRKL, Richard [DE/DE]; Erhardigasse 13, 93047 Regensburg (DE). SCHMIDT, Harald [AT/AT]; Geissfussg. 2/5, A-1100 Wien (AT). VOIGT, Peter [DE/DE]; Weisse-Lilien-Strasse 5, 93047 Regensburg (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE03/01006

(22) Internationales Anmeldedatum: 26. März 2003 (26.03.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESellschaft; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

(30) Angaben zur Priorität: 102 13 874.5 27. März 2002 (27.03.2002) DE

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): SIEMENS AKTIENGESellschaft [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

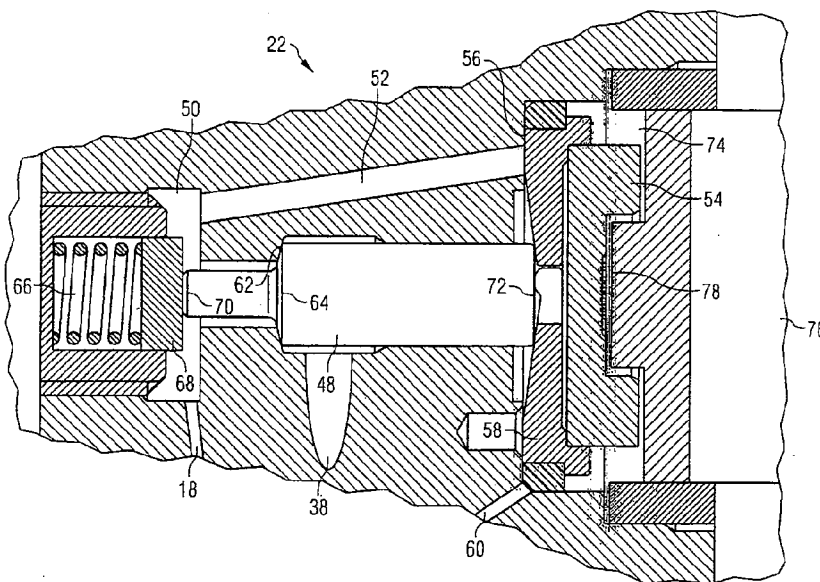
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR DETECTING THE MOMENT OF IMPACT OF THE VALVE NEEDLE OF A PIEZO CONTROL VALVE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR DETEKTION DES EINSCHLAGZEITPUNKTES DER VENTILNADEL EINES PIEZO-STEUERVENTILS



(57) Abstract: The aim of the invention is to be able to detect the moment of impact of the valve needle (48) pertaining to a piezo control valve (22) of a pump-nozzle unit, when the piezo control valve (22) is closed and/or opened. To this end, the piezo voltage (u(t)) and/or piezo current (i(t)) are evaluated. Said evaluation can especially involve the identification of discontinuities and/or pulses during the course of the piezo voltage (u(t)) and/or the piezo current (i(t)). The detected moment of impact can advantageously be put in temporal relation with a known auxiliary variable (SOI, EOI), especially for regulation purposes.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 03/081007 A1



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Detektion des Einschlagzeitpunktes der Ventilnadel (48) eines Piezo-Steuerventils (22) einer Pumpe-Düse-Einheit beim Schliessen und/oder Öffnen des Piezo-Steuerventils (22) wird erfindungsgemäss durchgeführt, indem die Piezospannung ($u(t)$) und/oder Piezostrom ($i(t)$) ausgewertet werden. Diese Auswertung kann insbesondere das Erkennen von Unstetigkeiten und/oder Impulsen im Verlauf der Piezospannung ($u(t)$) und/oder des Piezostroms ($i(t)$) umfassen. Der detektierte Einschlagzeitpunkt kann in vorteilhafter Weise in zeitlichen Bezug zu einer bekannten Hilfsgrösse (SOI, EOI) gebracht werden, insbesondere zu Regelungszwecken.

Beschreibung

Verfahren und Vorrichtung zur Detektion des Einschlagzeitpunktes der Ventilnadel eines Piezo-Steuerventils

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Detektion des Einschlagzeitpunktes der Ventilnadel eines Piezo-Steuerventils einer Pumpe-Düse-Einheit. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung und/oder Regelung des Betriebs eines Piezo-Steuerventils einer Pumpe-Düse-Einheit.

Pumpe-Düse-Einheiten dienen zum Zuführen von Kraftstoff in einen Verbrennungsraum einer Brennkraftmaschine. Dabei kann es sich beispielsweise um eine Pumpe-Düse-Einheit mit einer Steuer- und/oder regelbaren Kraftstoffpumpe, einer Kraftstoffeinspritzdüse, die eine zwischen einer Schließstellung und einer Öffnungsstellung hin und her bewegliche Düsennadel aufweist, einem ersten Druckraum, der von der Kraftstoffpumpe mit unter einem ersten Druck stehenden Kraftstoff befüllbar ist, einem zweiten Druckraum, wobei in dem zweiten Druckraum unter einem zweiten Druck stehender Kraftstoff eine Schließkraft auf die Düsennadel ausübt, und einen dritten Druckraum, der mit dem ersten Druckraum kommuniziert, wobei in dem dritten Druckraum unter einem dritten Druck stehender Kraftstoff eine Öffnungskraft auf die Düsennadel ausübt, handeln.

Pumpe-Düse-Einheiten werden insbesondere im Zusammenhang mit druckgesteuerten Einspritzsystemen verwendet. Ein wesentliches Merkmal eines druckgesteuerten Einspritzsystems besteht darin, dass die Kraftstoffeinspritzdüse öffnet, sobald eine zumindest vom aktuell herrschenden Drücken beeinflusste Öffnungskraft auf die Düsennadel ausgeübt wird. Derartige druckgesteuerte Einspritzsysteme dienen der Kraftstoffdosierung, der Kraftstoffaufbereitung, der Formung des Einspritzverlaufs und einer Abdichtung der Kraftstoffzuführung gegen den Verbrennungsraum der Brennkraftmaschine. Mit druckgesteuerten

Einspritzsystemen lässt sich der zeitliche Verlauf des Mengenstroms während der Einspritzung in vorteilhafter Weise steuern. Damit kann ein positiver Einfluss auf die Leistung, den Kraftstoffverbrauch und die Schadstoffemission des Motors
5 genommen werden.

Bei Pumpe-Düse-Einheiten sind die Kraftstoffpumpe und die Kraftstoffeinspritzdüse in der Regel als integriertes Bauteil ausgebildet. Für jeden Verbrennungsraum der Brennkraftmaschine
10 ne wird zumindest eine Pumpe-Düse-Einheit vorgesehen, die in der Regel in den Zylinderkopf eingebaut wird. Die Kraftstoffpumpe umfasst dabei typischerweise einen in einem Kraftstoffpumpenzylinder hin und her beweglichen Kraftstoffpumpenkolben, der entweder direkt über einen Stößel oder indirekt über
15 Kipphebel von einer Nockenwelle der Brennkraftmaschine angetrieben wird. Der üblicherweise den ersten Druckraum bildende Abschnitt des Kraftstoffpumpenzylinders ist über ein Steuerventil mit einem Kraftstoff-Niederdruckbereich verbindbar, wobei bei geöffnetem Steuerventil Kraftstoff von dem Kraftstoff-Niederdruckbereich in den ersten Druckraum angesaugt
20 und bei weiterhin geöffnetem Steuerventil von dem ersten Druckraum in den Kraftstoff-Niederdruckbereich zurückgedrückt wird. Sobald das Steuerventil geschlossen wird, erfolgt durch den Kraftstoffpumpenkolben eine Komprimierung des in dem ersten Druckraum befindlichen Kraftstoffs und somit ein Druckaufbau. Es ist bekannt, das Steuerventil in Form eines Magnetventils vorzusehen. Magnetventile weisen jedoch üblicherweise eine relativ lange Ansprechzeit auf, was insbesondere dadurch bedingt ist, dass der Magnetanker eines Magnetventils
25 aufgrund der von seiner Masse abhängigen Massenträgheitskräfte nicht beliebig schnell beschleunigt werden kann. Weiterhin erfordert auch der Aufbau des Magnetfeldes zur Erzeugung der Anzugskraft Zeit. Eine mit einem Magnetventil ausgestattete Pumpe-Düse-Einheit ist beispielsweise aus der EP 0 277 939 B1
30 bekannt.
35

Um die durch die Verwendung von Magnetventilen hervorgerufenen Probleme zu vermeiden, ist es weiterhin bereits bekannt, Pumpe-Düse-Einheiten mit einem Steuerventil auszustatten, das piezoelektrisch betrieben wird. Eine derartige Pumpe-Düse-
5 Einheit ist beispielsweise aus der DE 198 35 494 A1 bekannt.

Um bei einem Einspritzvorgang neben einer Haupteinspritzmenge eine zusätzliche Voreinspritzmenge und/oder eine zusätzliche Nacheinspritzmenge in den Verbrennungsraum einzubringen, ist
10 es weiterhin bekannt, während eines Einspritzzyklus mehrere in kurzen Zeitabständen aufeinanderfolgende Einspritzimpulse auszulösen.

Bei Pumpe-Düse-Einheiten mit einem Piezo-Steuerventil können
15 Probleme hinsichtlich der Einspritzmengengenauigkeit auftreten. Dies ist insbesondere dadurch mitbegründet, dass die tatsächlichen Schließ- und Öffnungszeitpunkte des Piezo-Steuerventils in Betrieb nicht bekannt sind. Um Einspritzmengestreuerungen möglichst gering zu halten, muss der Piezo-
20 Aktuator im Piezo-Steuerventil möglichst genau geladen beziehungsweise entladen werden, beispielsweise zur Einstellung von Beginn, Dauer und Energie eines Ventilschließvorgangs. Weiterhin können auch mechanische Fertigungstoleranzen, Verschleiß, Temperatur und Alterungsprozesse zu einem undefinierten Schließ- und/oder Öffnungsvorgang führen.
25

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, mit dem beziehungsweise mit der die tatsächlichen Schließ- und/oder Öffnungszeitpunkte des
30 Piezo-Steuerventils detektiert werden können.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst.

35 Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Detektion des Einschlagzeitpunktes der Ventilnadel eines Piezo-Steuerventils einer Pumpe-Düse-Einheit zeichnet sich dadurch aus, dass die Detektion des Einschlagzeitpunktes der Ventilnadel durch Auswertung der Piezospannung und/oder des Piezostroms erfolgt.
5 Durch die Detektion des Einschlagzeitpunktes der Ventilnadel erhält man insbesondere eine Rückmeldung für den tatsächlichen Schließzeitpunkt des Piezo-Steuerventils sowie für das Öffnungsverhalten. Diese Rückmeldungen können in besonders vorteilhafter Weise für übergeordnete Steuerungen und/oder
10 Regelungen eingesetzt werden. Durch die erfindungsgemäße Lösung wird beispielsweise die Bestimmung des tatsächlichen Förderbeginns möglich. Weiterhin können die Laufzeiten des Piezo-Steuerventils beim Schließen und Öffnen zur genaueren
15 Positionierung der Ventilnadel genutzt werden und die Einstellung einer ausreichenden Sitzkraftreserve ist für die gesamte Betriebszeit möglich.

Bei bevorzugten Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens ist vorgesehen, dass die Auswertung der Piezospannung und/oder des Piezostroms das Erkennen von zumindest einer Unstetigkeit im Verlauf der Piezospannung und/oder des Piezostroms umfasst. Beispielsweise beim Schließvorgang des Piezo-Steuerventils wird die Steuerventilmechanik, wie Druckplatte,
25 Hebel und Ventilnadel, durch den Ladevorgang des Piezo-Aktuators in Richtung Ventilsitz beschleunigt. Beim Einschlagen der Ventilnadel in den Ventilsitz wird durch die mechanische Kopplung sprunghaft die Gegenkraft auf den Piezo-Aktuator erhöht, was sich direkt in der Piezospannung als Unstetigkeitsstelle widerspiegelt. Durch eine geeignete Detektionsschaltung, die beispielsweise durch einen Differenzierer mit nachgeschalteter Schwellenwerterfassung gebildet sein
30 kann, ist es möglich, diese Unstetigkeit in der elektrischen Messgröße zu erkennen.

35

Zusätzlich oder alternativ kann bei dem Verfahren zur Detektion des Einschlagzeitpunktes vorgesehen sein, dass die Aus-

wertung der Piezospannung und/oder des Piezostroms das Erkennen von zumindest einem Impuls im Verlauf der Piezospannung und/oder des Piezostroms umfasst. Beispielsweise beim zum Öffnen des Piezo-Steuerventils durchgeführten Entladevorgang des Piezo-Aktuators kann die Steuerventilmechanik, wie Druckplatte, Hebel und Ventilnadel, dem zurückweichenden Piezo-Aktuator nicht kraftschlüssig folgen. Dennoch wird die Ventilnadel beim Öffnungsvorgang durch den Absteuerpuls so stark beschleunigt, dass bei ihrem Auftreffen auf den bereits in der Ausgangsstellung befindlichen Piezo-Aktuator ein mechanischer Kraftimpuls auftritt. Durch den dynamischen Krafteintrag werden Ladungsträger induziert, was zu einem Stromimpuls und/oder einem Spannungsimpuls beispielsweise zwischen einer Endstufe und dem Piezo-Aktuator führt. Dieser Impuls der elektrischen Messgröße kann mit einer Detektionsschaltung detektiert werden, die beispielsweise durch eine einfache Schwellenwerterfassung gebildet sein kann.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung des Betriebs eines Piezo-Steuerventils einer Pumpe-Düse-Einheit ist vorgesehen, dass der durch das erfindungsgemäße Verfahren zur Detektion des Einschlagzeitpunktes und/oder durch die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Detektion des Einschlagzeitpunktes detektierte Einschlagzeitpunkt der Ventilnadel des Piezo-Steuerventils auf eine bekannte zeitliche Hilfsgröße bezogen wird. Bei der bekannten zeitlichen Hilfsgröße kann es sich beispielsweise um ein geeignetes Steuersignal handeln. Mit der zeitlichen Information ist beispielsweise eine übergeordnete Regelung zur genaueren Positionierung der Ventilnadel sowohl für Voll- als auch für Teilhübe möglich. Weiterhin ist eine Bestimmung der Sitzkraftreserve während des Betriebs möglich, wobei die Detektion des Einschlagzeitpunktes der Ventilnadel für beliebige Ansteuerprofile durchgeführt werden kann.

35

In diesem Zusammenhang ist vorzugsweise weiterhin vorgesehen, dass die bekannte zeitliche Hilfsgröße ein Steuersignal um-

- fasst, das den Beginn oder das Ende einer Kraftstoffeinspritzung festlegt. Im Falle des Schließvorgangs des Piezo-Steuerventils kann das Steuersignal insbesondere durch ein SOI-Signal (SOI = start of injection / Einspritzbeginn) handeln. In diesem Fall entspricht der zeitliche Versatz zwischen dem Einschlagzeitpunkt der Ventilnadel und dem SOI-Signal der Laufzeit zwischen dem Bestromungsbeginn und dem tatsächlichen Förderbeginn der Pumpe-Düse-Einheit. Da eine Korrelation der Laufzeit zur eingebrachten Energie möglich ist, kann beispielsweise eine Sitzkraftreserve bestimmt werden. Im Zusammenhang mit dem Öffnungsvorgang des Piezo-Steuerventils kann das Steuersignal insbesondere durch ein EOI-Signalsignal (EOI = end of injection / Einspritzsende) gebildet sein. Der zeitliche Versatz zwischen dem Einschlagzeitpunkt der Ventilnadel und dem EOI-Signal entspricht dann der Laufzeit zwischen dem Entstromungs- beziehungsweise Entladungsbeginn und dem tatsächlichen vollständigen Öffnungszeitpunkt des Piezo-Steuerventils.
- 20 Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Detektion des Einschlagzeitpunktes der Ventilnadel eines Piezo-Steuerventils einer Pumpe-Düse-Einheit zeichnet sich dadurch aus, dass sie zur Detektion des Einschlagzeitpunktes der Ventilnadel die Piezospannung und/oder den Piezostrom auswertet. Dadurch ergeben sich die im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Detektion des Einschlagzeitpunktes der Ventilnadel erläuterten Vorteile in gleicher oder ähnlicher Weise, weshalb zur Vermeidung von Wiederholungen auf die entsprechenden Ausführungen verwiesen wird.
- 30 Gleiches gilt sinngemäß für die folgenden bevorzugten Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Detektion des Einschlagzeitpunktes der Ventilnadel, wobei auch bezüglich der durch diese Ausführungsformen erzielbaren Vorteile auf die entsprechenden Ausführungen im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Detektion des Einschlagzeitpunktes der Ventilnadel verwiesen wird.

Auch bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Detektion des Einschlagzeitpunktes der Ventilnadel ist vorzugsweise vorgesehen, dass die Auswertung der Piezospannung und/oder des
5 Piezostroms das Erkennen von zumindest einer Unstetigkeit im Verlauf der Piezospannung und/oder des Piezostroms umfasst.

Zusätzlich oder alternativ kann vorgesehen sein, dass die Auswertung der Piezospannung und/oder des Piezostroms das Er-
10 kennen von zumindest einem Impuls im Verlauf der Piezospannung und/oder des Piezostroms umfasst.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Steuerung und/oder Regelung des Betriebs eines Piezo-Steuerventils einer Pumpe-Düse-
15 Einheit zeichnet sich dadurch aus, dass sie einen durch das erfindungsgemäße Verfahren zur Detektion des Einschlagzeitpunktes der Ventilnadel und/oder durch eine erfindungsgemäße Vorrichtung zur Detektion des Einschlagzeitpunktes der Vent-
tilnadel detektierten Einschlagzeitpunkt der Ventilnadel des
20 Piezo-Steuerventils auf eine bekannte zeitliche Hilfsgröße bezieht. Dadurch ergeben sich die im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung des Betriebs eines Piezo-Steuerventils einer Pumpe-Düse-Einheit
erläuterten Vorteile in gleicher oder ähnlicher Weise, wes-
25 halb zur Vermeidung von Wiederholungen auf die entsprechenden Ausführungen verwiesen wird.

Gleiches gilt sinngemäß für die folgende bevorzugte Ausführungsform, wobei auch diesbezüglich auf die entsprechenden
30 Ausführungen im Zusammenhang mit dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung des Betriebs eines Piezo-Steuerventils verwiesen wird.

Die bevorzugte Weiterbildung sieht vor, dass die bekannte
35 zeitliche Hilfsgröße ein Steuersignal umfasst, das den Beginn oder das Ende einer Kraftstoffeinspritzung festlegt.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass der Piezospaltung und/oder dem Piezostrom Signale überlagert sind, die zur Rückmeldung herangezogen werden können, insbesondere im Zusammenhang mit Regelungen für die Einspritzmengenkorrektur.

5

Die Erfindung wird nun unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen anhand bevorzugter Ausführungsformen beispielhaft erläutert.

10 Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Ausführungsform einer Pumpe-Düse-Einheit bei beziehungsweise mit der die erfindungsgemäßen Verfahren beziehungsweise die erfindungsgemäßen Vorrichtungen angewendet werden können;

15

Figur 2 eine schematische Teil-Schnittansicht eines Piezo-Steuerventils, das mit der Pumpe-Düse-Einheit nach Figur 1 verwendet werden kann;

20

Figur 3 einen Graph, der den Verlauf der Piezospaltung, der Ableitung der Piezospaltung und des Ventilmadelhubs für eine Einspritzung veranschaulicht;

Figur 4 einen Graph, der den Verlauf der Piezospaltung, des Piezostroms und des Ventilmadelhubs bezogen auf ein bekanntes SOI-Signal für einen Schließvorgang des Piezo-Steuerventils veranschaulicht;

Figur 5 den Verlauf der Piezospaltung für einen Einspritzvorgang mit unterschiedlichen Piezo-Energien;

Figur 6 einen zeitlichen Ausschnitt der Kurvenverläufe von Figur 5 mit auf ein bekanntes SOI-Signal bezogenen Einschlagzeiten der Ventilmadel beim Schließvorgang des Piezo-Steuerventils; und

35

Figur 7 einen Graph, der den Verlauf der Piezospannung, des Piezostroms, der Piezoladung und des Ventilmadelhubs bezogen auf ein bekanntes EOI-Signal veranschaulicht.

5

Figur 1 zeigt schematisch eine Pumpe-Düse-Einheit. Die dargestellte Pumpe-Düse-Einheit zum Zuführen von Kraftstoff 10 in einen Verbrennungsraum 12 einer Brennkraftmaschine weist eine Kraftstoffpumpe 14-22 auf. Dabei ist ein Kraftstoffpumpenkolben 14 in einem Kraftstoffpumpenzylinder 16 hin und her bewegbar. Der Kraftstoffpumpenkolben 14 wird direkt oder indirekt über eine nicht dargestellte Nockenwelle der Brennkraftmaschine angetrieben. Der Kompressionsraum des Kraftstoffpumpenzylinders 16 bildet einen ersten Druckraum 28. Der erste Druckraum 28 ist über eine Kraftstoffleitung 20 mit einem Piezo-Steuerventil 22 verbunden. Das Piezo-Steuerventil 22 dient dazu, die Kraftstoffleitung 20 entweder zu verschließen oder mit einem Kraftstoff-Niederdruckbereich 18 zu verbinden, aus dem Kraftstoff 10 angesaugt werden kann. In der geöffneten Ruhestellung des Piezo-Steuerventils 22 wird bei einer bezogen auf Figur 1 nach oben gerichteten Bewegung des Kraftstoffpumpenkolbens 14 Kraftstoff 10 aus dem Kraftstoff-Niederdruckbereich 18 in den ersten Druckraum 28 angesaugt. Sofern das Piezo-Steuerventil 22 sich bei einer bezogen auf Figur 1 nach unten gerichteten Bewegung des Kraftstoffpumpenkolbens 14 noch in seiner geöffneten Ruhestellung befindet, kann vorher in den ersten Druckraum 28 angesaugter Kraftstoff 10 wieder zurück in den Kraftstoff-Niederdruckbereich 18 gedrückt werden. Bei einer geeigneten Ansteuerung des Piezo-Steuerventils 22 verschließt dieses die Kraftstoffleitung 20. Dadurch wird der in den ersten Druckraum 28 angesaugte Kraftstoff 10 bei einer nach unten gerichteten Bewegung des Kraftstoffpumpenkolbens 14 komprimiert, wodurch ein erster Druck p_{28} in dem ersten Druckraum 28 erzeugt wird. Die dargestellte Pumpe-Düse-Einheit umfasst weiterhin eine insgesamt mit 24 bezeichnete Kraftstoffeinspritzdüse, die eine zwischen einer Schließstellung und einer Öffnungsstellung hin und her beweg-

liche Düsennadel 46 aufweist. Ein Druckstift 26 kann, bezogen auf die Darstellung von Figur 1, insbesondere eine nach unten gerichtete Kraft auf die Düsennadel 46 ausüben. Am oberen Ende des Druckstifts 26 ist eine Einstellscheibe 40 vorgesehen, die in einem zweiten Druckraum 30 geführt ist, wobei in dem zweiten Druckraum 30 unter einem zweiten Druck p_{30} stehender Kraftstoff 10 über den Druckstift 26 eine bezogen auf die Darstellung von Figur 1 nach unten gerichtete Schließkraft auf die Düsennadel 46 ausübt. Die Einstellscheibe 40 ist dabei vorzugsweise gegenüber dem zweiten Druckraum 30 nur so stark abgedichtet, dass der zweite Druck p_{30} vor Beginn eines neuen Einspritzzyklus bereits wieder abgebaut ist. Eine ebenfalls nach unten gerichtete weitere Schließkraft wird durch eine erste Feder 36 auf den Druckstift 26 und somit die Düsennadel 46 ausgeübt, wobei die erste Feder 36 in dem zweiten Druckraum 30 angeordnet ist und sich mit ihrem hinteren Ende an der Einstellscheibe 40 abstützt. Ein eine Schulter 44 aufweisender Abschnitt der Düsennadel 46 ist von einem dritten Druckraum 32 umgeben, der mit dem ersten Druckraum 28 über eine Verbindungsleitung 42 kommuniziert. In Abhängigkeit von der Drosselwirkung der Verbindungsleitung 42 und gegebenenfalls weiterer nicht dargestellter Drosseleinrichtungen wird in Abhängigkeit von dem in dem ersten Druckraum 28 herrschenden ersten Druck p_{28} in dem dritten Druckraum 32 ein dritter Druck p_{32} aufgebaut. Der in dem dritten Druckraum 32 unter dem dritten Druck p_{32} stehende Kraftstoff 10 übt eine bezogen auf die Darstellung von Figur 1 nach oben gerichtete Öffnungskraft auf die Düsennadel 46 aus. Die Düsennadel 46 nimmt ihre Öffnungsstellung ein, solange eine Differenz zwischen der durch den dritten Druck p_{32} verursachten Öffnungskraft und der Summe aus der durch den zweiten Druck p_{30} erzeugten Schließkraft und der durch die erste Feder 36 erzeugten Schließkraft einen vorgegebenen Wert überschreitet. Über den zweiten Druck p_{30} in dem zweiten Druckraum 30 kann somit der Düsennöffnungsdruck beeinflusst werden. Um den zweiten Druck p_{30} im zweiten Druckraum 30 auf jeweils geeignet Werte zu begrenzen und zu halten kann beispielsweise ein Druckbegren-

zungs- und -halteventil 34 zwischen dem ersten Druckraum 28 und dem zweiten Druckraum 30 vorgesehen sein. Die Ankopplung einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung 80 an das anhand von Figur 2 näher erläuterte Piezo-Steuerventil 22 ist in Figur 1 ebenfalls dargestellt.

Figur 2 zeigt eine schematische Teil-Schnittansicht eines Piezo-Steuerventils 22, das mit der Pumpe-Düse-Einheit nach Figur 1 verwendet werden kann. Das dargestellte Piezo-Steuerventil 22 weist eine Ventilnadel 48 auf, die zum Schließen des Piezo-Steuerventils 22 in die dargestellte erste Endstellung und zum vollständigen Öffnen des Piezo-Steuerventils 22 in eine zweite Endstellung bewegt werden kann, die bezogen auf die Darstellung nach rechts verschoben ist. Wenn sich die Ventilnadel 48 in ihrer dargestellten ersten Endstellung befindet, wirkt ein an der Ventilnadel 48 vorgesehener Ventilteller 64 mit einem gehäuseseitigen Ventilsitz 62 zusammen. Dadurch wird der Kraftstoff-Niederdruckbereich 18 gegenüber einer Hochdruckkammer 38 verschlossen, die mit der in Figur 1 dargestellten Kraftstoffleitung 20 in Verbindung steht. Das Piezo-Steuerventil 22 weist einen Piezo-Aktuator beziehungsweise ein Piezoelement 76 auf. Bei geeigneter Ansteuerung des Piezoelementes 76 übt dieses über eine Stirnfläche 78 eine Kraft auf ein Druckstück 54 aus. Das Druckstück 54 überträgt die von dem Piezoelement 76 erzeugte Kraft seinerseits auf einen ersten Hebel 56 und einen zweiten Hebel 58, wobei der erste Hebel 56 und der zweite Hebel 58 dazu vorgesehen sind, eine Kraftübersetzung zu bewirken. Der erste Hebel 56 und der zweite Hebel 58 liegen an einer zweiten axialen Endfläche 72 der Ventilnadel 48 an, um die von dem Piezoelement 76 erzeugte, übersetzte Kraft auf die Ventilnadel 48 zu übertragen. Die von dem geeignet angesteuerten Piezoelement 76 erzeugte, übersetzte Kraft, die auf die Ventilnadel 48 wirkt, ist größer als eine entgegengesetzte Kraft, die von einer zweiten Feder 66 erzeugt und über ein Federdruckstück 68 auf eine erste axiale Endfläche 70 der Ventilnadel 48 ausgeübt wird. Der Kraftstoff-

Niederdruckbereich 18 steht mit einem Absteuerraum 50 in Verbindung, der über eine Ausgleichsbohrung 52 weiterhin mit einem vor dem Piezoelement 76 befindlichen Aktorraum 74 in Verbindung steht. Dieser Aktorraum 74 steht mit einem Rücklauf
5 60 in Verbindung, über den Kraftstoff aus dem Aktorraum 74 zurückströmen kann.

Figur 3 zeigt ein Beispiel für den Verlauf der Piezospannung $u(t)$, der zeitlichen Ableitung der Piezospannung $u'(t)$ sowie
10 des Ventilnadelhubs $h(t)$ für eine Einspritzung. Über die zeitliche Ableitung der Piezospannung $u'(t)$ können beispielsweise in einfacher Weise Unstetigkeiten des Verlaufs der Piezospannung $u(t)$ erkannt werden.

15 Figur 4 zeigt den Verlauf der Piezospannung $u(t)$, des Piezostroms $i(t)$ und des Ventilnadelhubs $h(t)$ für einen Schließvorgang des Piezo-Steuerventils. Zum Zeitpunkt t_c ist das Piezo-Steuerventil tatsächlich geschlossen. Dabei entspricht der Zeitpunkt t_c dem Einschlagzeitpunkt der Ventilnadel 48.
20 Beim Einschlagen der Ventilnadel 48 in den Ventilsitz 62 wird die Gegenkraft auf den Piezo-Aktuator 76 durch die mechanische Kopplung sprunghaft erhöht, was sich direkt in einer Unstetigkeit der Piezospannung $u(t)$ zum Zeitpunkt t_c wieder spiegelt. Diese Unstetigkeit der Piezospannung $u(t)$ kann bei-
25 spielsweise über die zeitliche Ableitung der Piezospannung $u'(t)$ erkannt werden. Als Detektionsschaltung kommt daher beispielsweise ein Differenzierer mit nachgeschalteter Schwellenwerterfassung in Frage. Die erkannte Unstetigkeit der Piezospannung $u(t)$ zum Zeitpunkt t_c , das heißt der Einschlagzeitpunkt der Ventilnadel 48, kann nun zeitlich einer
30 bekannten Hilfsgröße zugeordnet werden, beispielsweise einem SOI-Signal, das zum Zeitpunkt t_{SOI} seinen Wert ändert, um den Einspritzbeginn auszulösen. Die Zeitspanne zwischen dem Zeitpunkt t_{SOI} und dem Zeitpunkt t_c entspricht in diesem Fall der
35 Laufzeit zwischen dem Bestromungsbeginn und dem tatsächlichen Förderbeginn der Pumpe-Düse-Einheit.

Figur 5 zeigt den Verlauf der Piezospannung für einen Einspritzvorgang mit unterschiedlichen Piezoenergien. Dabei entsprechen die einzelnen Kurven von oben nach unten den Spannungswerten 150 V, 140 V, 130 V, 120 V, 110 V und 100 V.

5

Figur 6 zeigt einen Ausschnitt der Kurvenverläufe von Figur 5 mit auf ein bekanntes SOI-Signal bezogenen Einschlagzeiten der Ventilmadel 48 beim Schließvorgang des Piezo-Steuerventils 22. Der Darstellung von Figur 6 ist zu entnehmen, dass sich der Einschlagzeitpunkt t_c für geringere Piezospannungen $u(t)$ nach hinten verschiebt. Beispielsweise entspricht der Einschlagzeitpunkt t_{c1} der Spannung von 150 V, während der Einschlagzeitpunkt t_{c2} der Spannung von 100 V entspricht. Auch in diesem Fall können die Einschlagzeitpunkte t_{c1} und t_{c2} wieder zeitlich in Bezug zum SOI-Signal gesetzt werden.

Figur 7 zeigt den Verlauf der Piezospannung $u(t)$, des Piezostroms $i(t)$ und des Ventilmadelhubs $h(t)$, insbesondere auch für den Öffnungsvorgang des Piezo-Steuerventils 22. Weiterhin ist der hier nicht näher interessierende Ladungsverlauf $q(t)$ dargestellt. Beim Entladevorgang kann die Ventilmechanik dem zurückweichenden Piezo-Aktuator 76 nicht kraftschlüssig folgen. Dennoch wird die Ventilmadel 48 beim Öffnungsvorgang durch den Absteuerpuls so stark beschleunigt, dass beim Auftreffen auf den bereits in seiner Ausgangsstellung befindlichen Piezo-Aktuator 76 zum Zeitpunkt t_0 ein mechanischer Kraftimpuls auftritt. Durch diesen dynamischen Krafteintrag werden Ladungsträger induziert, was zu einem Stromimpuls oder Spannungsimpuls zwischen der Endstufe und dem Piezo-Aktuator führt. In Figur 7 ist der Impuls des Piezostroms $i(t)$ zum Zeitpunkt t_0 deutlich zu erkennen. Der Zeitpunkt t_0 kann daher in einfacher Weise beispielsweise durch eine Schwellenerfassung bestimmt werden. Der Einschlagzeitpunkt t_0 , zu dem das Piezo-Steuerventil 22 vollständig geöffnet ist, kann zeitlich in Bezug zu einem EOI-Signal gesetzt werden, dass zum Zeitpunkt t_{EOI} seinen Wert ändert, um den Öffnungsvorgang

des Piezo-Steuerventils 22 auszulösen. Die Zeitspanne zwischen dem Zeitpunkt t_{EOI} und t_0 entspricht dann der Laufzeit zwischen dem Entladebeginn und dem Zeitpunkt der vollständigen Öffnung des Piezo-Steuerventils 22.

5

Die Erfindung lässt sich wie folgt zusammenfassen: Die Detektion des Einschlagzeitpunktes der Ventilnadel 48 eines Piezo-Steuerventils 22 einer Pumpe-Düse-Einheit beim Schließen und/oder Öffnen des Piezo-Steuerventils 22 wird erfindungsgemäß durchgeführt, indem die Piezospannung $u(t)$ und/oder Piezostrom $i(t)$ ausgewertet werden. Diese Auswertung kann insbesondere das Erkennen von Unstetigkeiten und/oder Impulsen im Verlauf der Piezospannung $u(t)$ und/oder des Piezostroms $i(t)$ umfassen. Der detektierte Einschlagzeitpunkt kann in vorteilhafter Weise in zeitlichen Bezug zu einer bekannten Hilfsgröße gebracht werden, insbesondere zu Regelungszwecken.

15

Die in der vorstehenden Beschreibung, in den Zeichnungen sowie in den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Verwirklichung der Erfindung wesentlich sein.

20

Patentansprüche

1. Verfahren zur Detektion des Einschlagzeitpunktes der Ventilnadel (48) eines Piezo-Steuerventils (22) einer Pumpe-Düse-Einheit,
5 dadurch gekennzeichnet,
dass die Detektion des Einschlagzeitpunktes der Ventilnadel (48) durch Auswertung der Piezospannung ($u(t)$) und/oder des Piezostroms ($i(t)$) erfolgt.
- 10 2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Auswertung der Piezospannung ($u(t)$) und/oder des Piezostroms ($i(t)$) das Erkennen von zumindest einer Unstetigkeit im Verlauf der Piezospannung ($u(t)$) und/oder des Piezostroms ($i(t)$) umfasst.
- 15 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
20 dass die Auswertung der Piezospannung ($u(t)$) und/oder des Piezostroms ($i(t)$) das Erkennen von zumindest einem Impuls im Verlauf der Piezospannung ($u(t)$) und/oder des Piezostroms ($i(t)$) umfasst.
- 25 4. Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung des Betriebs eines Piezo-Steuerventils (22) einer Pumpe-Düse-Einheit,
dadurch gekennzeichnet,
dass der durch das Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche und/oder durch eine Vorrichtung nach einem der Ver-
30 fahrensansprüche detektierte Einschlagzeitpunkt der Ventilnadel (48) des Piezo-Steuerventils (22) auf eine bekannte zeitliche Hilfsgröße bezogen wird.
- 35 5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,

dass die bekannte zeitliche Hilfsgröße ein Steuersignal (SOI, EOI) umfasst, das den Beginn oder das Ende einer Kraftstoffeinspritzung festlegt.

- 5 6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswertung der Piezospannung ($U(t)$) und/oder des Piezostroms ($I(t)$) durch Vergleichen der gemessenen Piezospannung ($U(t)$) und/oder des gemessenen Piezostroms ($I(t)$) mit einem vorgegebenen Schwellwert erfolgt, wo-
10 bei bei Durchschreiten der Piezospannung ($U(t)$) und/oder des Piezostroms ($I(t)$) durch den vorgegebenen Schwellwert ein Ereignis erkannt wird.
- 15 7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Ereignis den Beginn und/oder das Ende der Kraftstoffeinspritzung darstellt.
- 20 8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der im Piezo-Aktor vorhandene Piezo-Stack bzw. das Piezoelement als Bewegungssensor bzw. Kraftsensor arbeitet.
- 25 9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Förderbeginn der Pumpe-Düse-Einheit abhängig vom Einschlagszeitpunkt ermittelt wird, in dem die vorgegebene zeitliche Korrelation zwischen Förderbeginn und Einschlagszeitpunkt zu unterschiedlichen Betriebszuständen der Brennkraftmaschine ausgewertet wird.
- 30 10. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Einschlagszeitpunkt erkannt wird durch Ermitteln eine Unstetigkeitsstelle in der Piezospannung ($u(t)$), wobei eine geeignete Detektionsschaltung durch einen Differenzierer mit nachgeschalteter Schwellwerterfassung
35 bildbar ist.

11. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Öffnungszeitpunkt des Piezosteuer-ventils abhängt von einem Impuls im Verlauf der Piezospannung und/oder des Piezostroms.

5

12. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ermittlung des Einschlagszeitpunktes und der übrigen Ereignisse zur genaueren Positionierung der Ventilnadel sowohl für Voll- als auch für Teilhübe eingesetzt wird.

10

13. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dass die Zeitdauer zwischen dem Bestromungsbeginn des Piezo-Aktors und dem Einschlagszeitpunkt zur Ermittlung der Sitzkraftreserve des Steuerventils dient.

15

14. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass dem Ansteuersignal das Messsignal des Piezo-Aktors überlagert ist.

20

15. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass über die zeitliche Ableitung der Piezospannung Unstetigkeiten des Verlaufs der Piezospannung erkannt werden.

25

16. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass vom Beginn der Bestromung (t_{soi}) des Piezo-Aktors bis zum Zeitpunkt (t_{c1} , t_{c2}) des Erkennens des Einschlagszeitpunktes eine Zeitdifferenz erkannt wird, die abhängt von der vorgegebenen Piezo-Ansteuerspannung (u_{c1} , u_{c2}).

30

17. Vorrichtung zur Detektion des Einschlagzeitpunktes der Ventilnadel (48) eines Piezo-Steuerventils (22) einer Pumpe-Düse-Einheit, dadurch gekennzeichnet,

35

dass zur Detektion des Einschlagzeitpunktes der Ventalnadel (48) die Piezospannung ($u(t)$) und/oder den Piezostrom ($i(t)$) auswertet.

5 18. Vorrichtung nach Anspruch 17,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Auswertung der Piezospannung ($u(t)$) und/oder des
Piezostroms ($i(t)$) das Erkennen von zumindest einer Unstetig-
10 keit im Verlauf der Piezospannung ($u(t)$) und/oder des Piezo-
stroms ($i(t)$) umfasst.

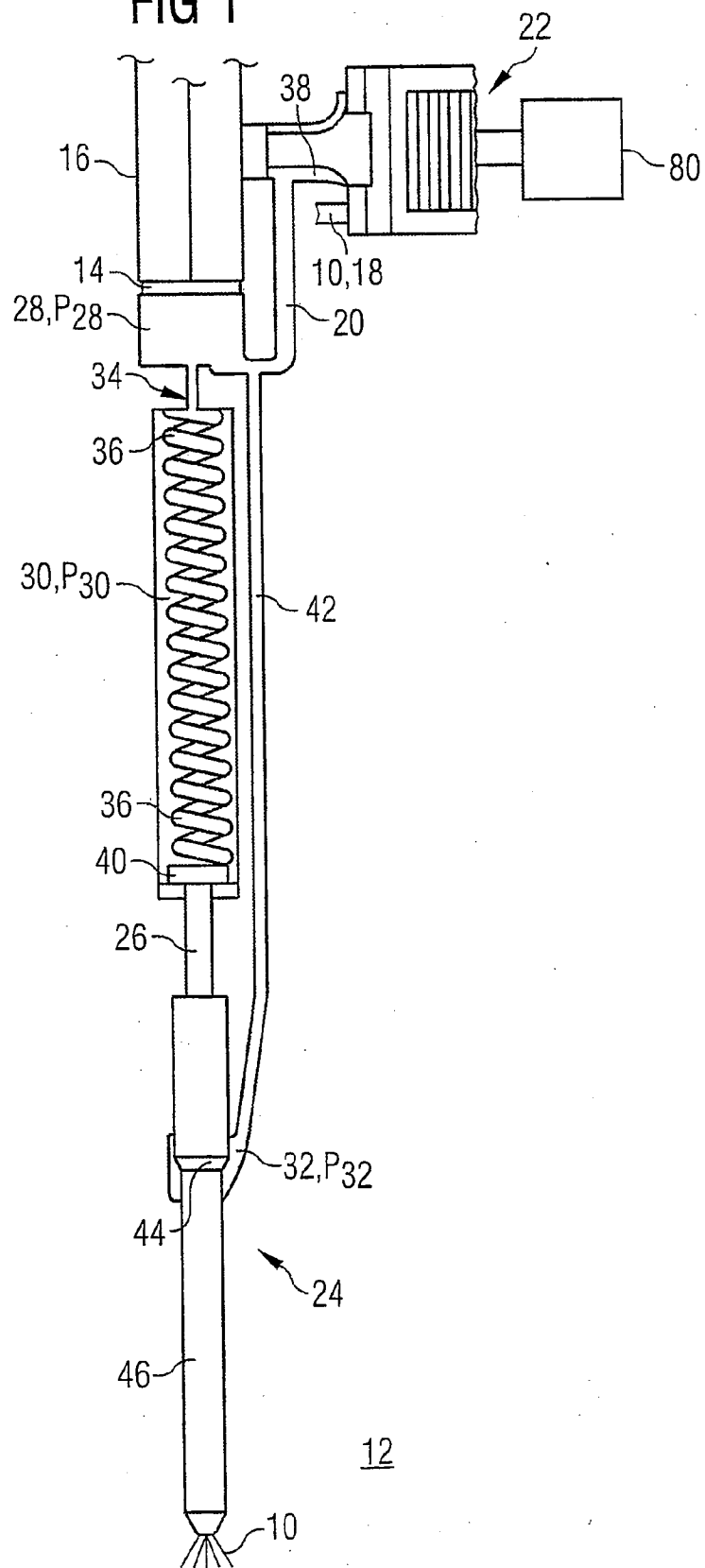
19. Vorrichtung nach Anspruch 17 oder 18,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Auswertung der Piezospannung ($u(t)$) und/oder des
15 Piezostroms ($i(t)$) das Erkennen von zumindest einem Impuls im
Verlauf der Piezospannung ($u(t)$) und/oder des Piezostroms
($i(t)$) umfasst.

20. Vorrichtung zur Steuerung und/oder Regelung des Betriebs
20 eines Piezo-Steuerventils (22) einer Pumpe-Düse-Einheit,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass sie einen durch das Verfahren nach einem der Ansprüche
und/oder durch eine Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6
bis 8 detektierten Einschlagzeitpunkt der Ventalnadel (48)
25 des Piezo-Steuerventils (22) auf eine bekannte zeitliche
Hilfsgröße bezieht.

21. Vorrichtung nach Anspruch 20,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
30 dass die bekannte zeitliche Hilfsgröße ein Steuersignal (SOI,
EOI) umfasst, das den Beginn oder das Ende einer Kraftstoff-
einspritzung festlegt.

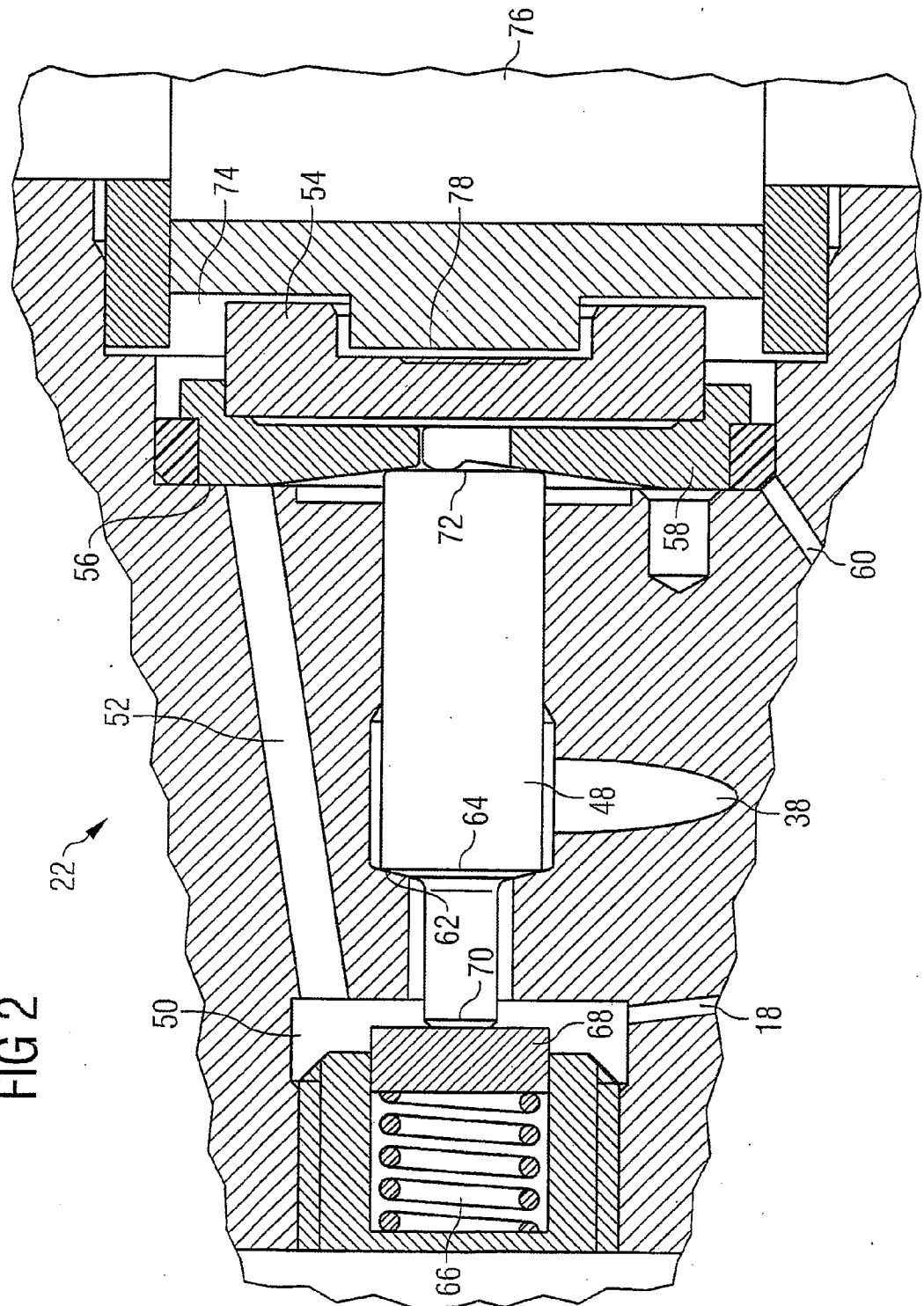
$\frac{1}{5}$

FIG 1



2/5

FIG 2



3/5

FIG 3

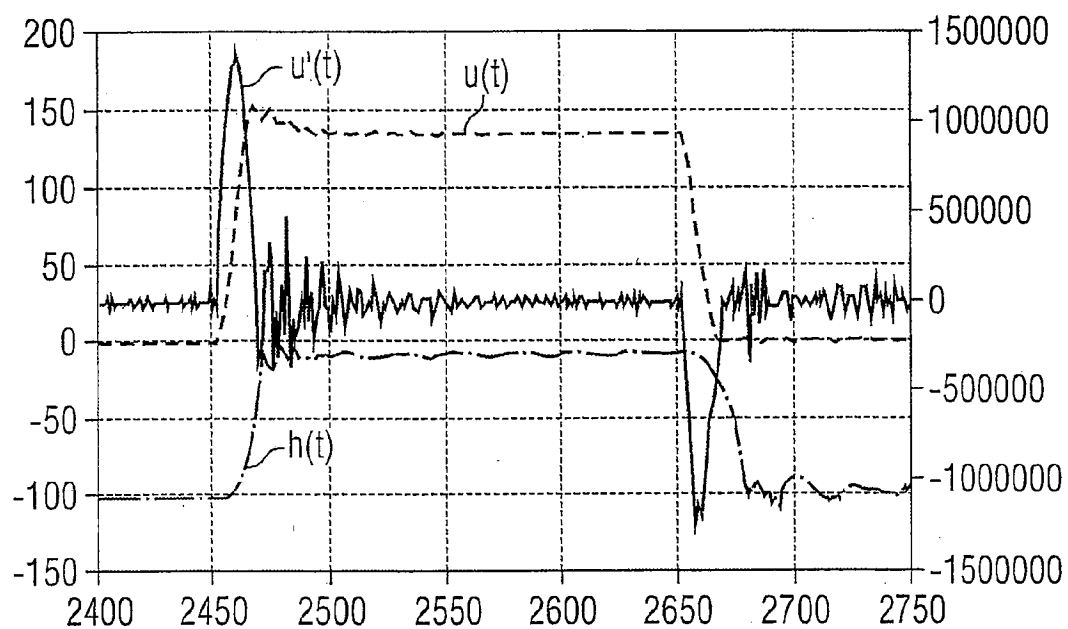
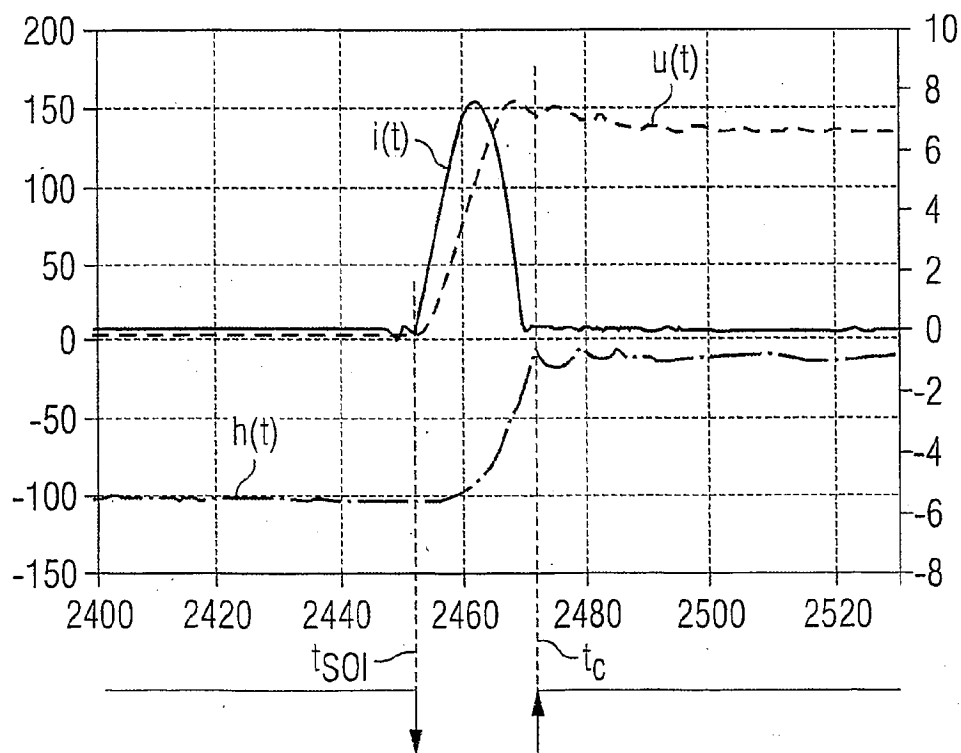


FIG 4



4/5

FIG 5

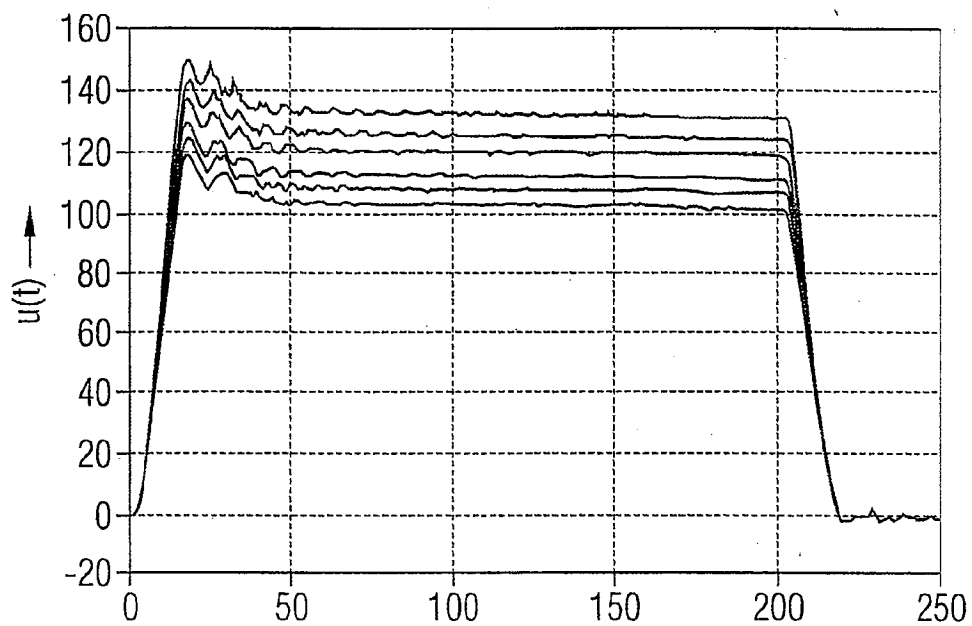


FIG 6

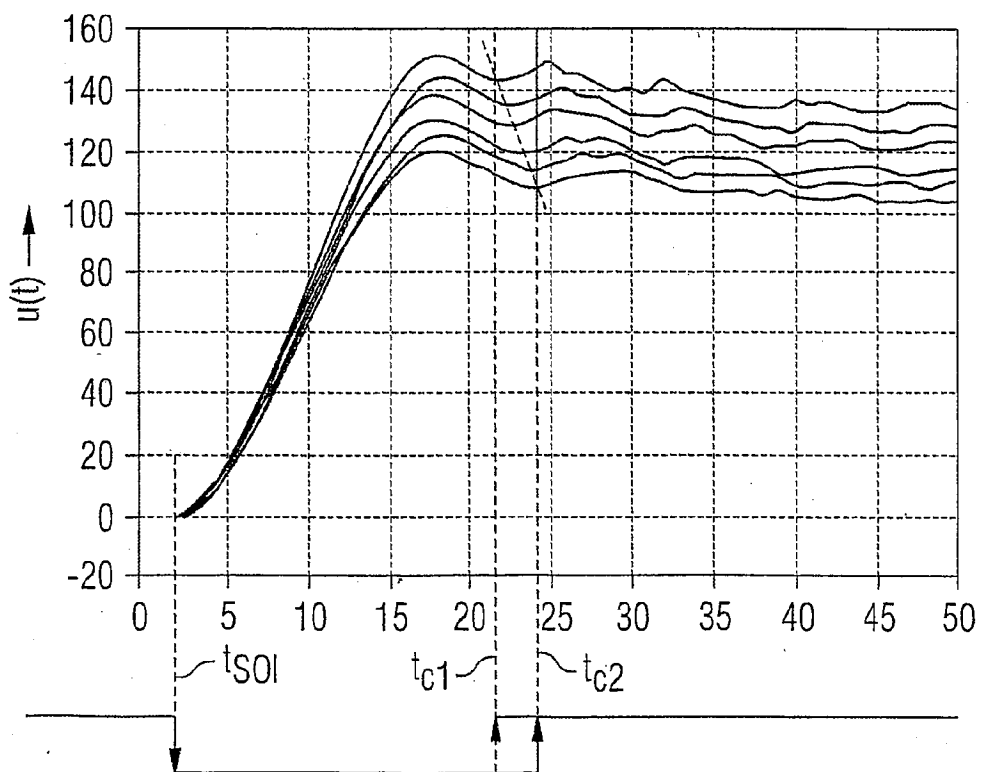
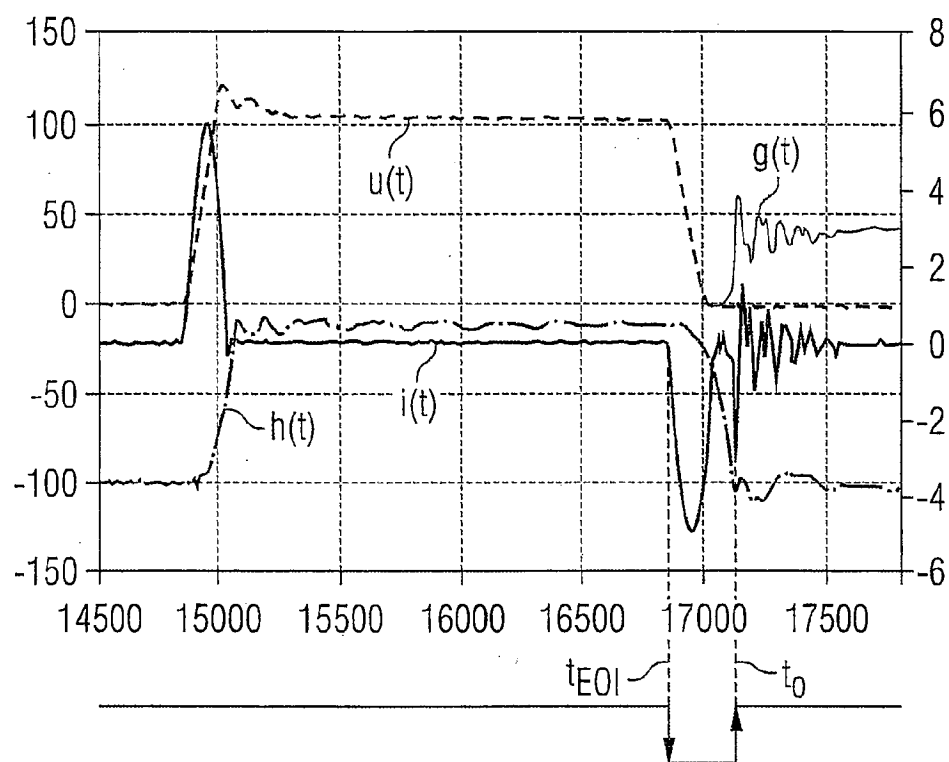


FIG 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat Application No
PCT/DE 03/01006

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F02D41/20 F02M57/02 F02M59/46

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02D F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 253 736 B1 (CROFTS JOHN D ET AL) 3 July 2001 (2001-07-03) column 7, line 17-50; figures 1,3,4 ---	1,4,17, 20
A	US 6 298 827 B1 (FUELBERTH DAVID L ET AL) 9 October 2001 (2001-10-09) abstract; figures ---	1,4,17, 20
A	DE 100 24 662 A (SIEMENS AG) 6 December 2001 (2001-12-06) column 3, line 23 -column 4, line 9; figures 1,3 --- -/--	1,4,17, 20

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 June 2003

Date of mailing of the international search report

25/06/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Blanc, S

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat Application No
PCT/DE 03/01006

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 09, 13 October 2000 (2000-10-13) & JP 2000 161176 A (DENSO CORP), 13 June 2000 (2000-06-13) abstract ----	1,4,17, 20
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 10, 30 November 1995 (1995-11-30) & JP 07 189853 A (TOYOTA MOTOR CORP; OTHERS: 01), 28 July 1995 (1995-07-28) abstract ----	1,4,17, 20
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 507 (E-1609), 22 September 1994 (1994-09-22) & JP 06 177449 A (TOYOTA MOTOR CORP), 24 June 1994 (1994-06-24) abstract -----	1,4,17, 20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Internati Application No

PCT/DE 03/01006

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6253736	B1	03-07-2001	NONE
US 6298827	B1	09-10-2001	NONE
DE 10024662	A	06-12-2001	DE 10024662 A1 06-12-2001
JP 2000161176	A	13-06-2000	NONE
JP 07189853 6	A		NONE
JP 06177449 6	A		NONE

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internat es Aktenzeichen

PCT/DE 03/01006

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F02D41/20 F02M57/02 F02M59/46

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F02D F02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 6 253 736 B1 (CROFTS JOHN D ET AL) 3. Juli 2001 (2001-07-03) Spalte 7, Zeile 17-50; Abbildungen 1,3,4	1,4,17, 20
A	US 6 298 827 B1 (FUELBERTH DAVID L ET AL) 9. Oktober 2001 (2001-10-09) Zusammenfassung; Abbildungen	1,4,17, 20
A	DE 100 24 662 A (SIEMENS AG) 6. Dezember 2001 (2001-12-06) Spalte 3, Zeile 23 -Spalte 4, Zeile 9; Abbildungen 1,3	1,4,17, 20
	----- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

18. Juni 2003

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

25/06/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Blanc, S

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no. 09, 13. Oktober 2000 (2000-10-13) & JP 2000 161176 A (DENSO CORP), 13. Juni 2000 (2000-06-13) Zusammenfassung ---	1,4,17, 20
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 10, 30. November 1995 (1995-11-30) & JP 07 189853 A (TOYOTA MOTOR CORP; OTHERS: 01), 28. Juli 1995 (1995-07-28) Zusammenfassung ---	1,4,17, 20
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 018, no. 507 (E-1609), 22. September 1994 (1994-09-22) & JP 06 177449 A (TOYOTA MOTOR CORP), 24. Juni 1994 (1994-06-24) Zusammenfassung -----	1,4,17, 20

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internat. s. Aktenzeichen

PCT/DE 03/01006

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6253736	B1	03-07-2001	KEINE	
US 6298827	B1	09-10-2001	KEINE	
DE 10024662	A	06-12-2001	DE 10024662 A1	06-12-2001
JP 2000161176	A	13-06-2000	KEINE	
JP 07189853 6	A		KEINE	
JP 06177449 6	A		KEINE	